NOTE D'INFORMATION

CHAUSSEES DEPENDANCES **81**

Auteur : CETE de l'Est

Editeur : SETRA

CHOISIR ET MAITRISER LA QUALITE DES FONDANTS

UNE NORME DE SPECIFICATION POUR LE CHLORURE DE SODIUM UTILISE COMME FONDANT ROUTIER

Février 1994

La norme française homologuée NF P 98-180 « chlorure de sodium utilisé comme fondant routier - spécification » a pris effet le 20 septembre 1992. La présente note a pour objectifs :

**** de préciser la démarche poursuivie pour définir les diverses caractéristiques de ce produit***

**** de proposer des règles simples permettant d'analyser son besoin au travers de quelques critères d'usage.***

INTRODUCTION

Depuis une vingtaine d'années, on assiste à une augmentation constante de la consommation de fondants, et en particulier de chlorure de sodium (NaCl) couramment appelé sel de déneigement.

Ce succès incontestable est dû à son efficacité dans le maintien ou le rétablissement des conditions de circulation sur chaussées affectées par la neige ou le verglas.

Les démarches entreprises pour améliorer le service hivernal au cours de la décennie passée sont nombreuses :

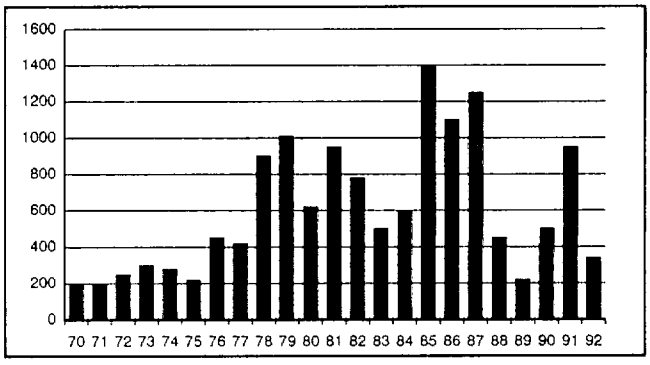
- la formation de tous les acteurs du service hivernal (saler moins - saler mieux, verglas mode d'emploi...),
- l'évolution des méthodes et techniques d'emploi des fondants (précuratif, bouillie, météo routière...),
- l'amélioration constante de la qualité des moyens d'épandage et de stockage des sels de déneigement (automatisme, matériau des saleuses, abri à sel...).

La viabilité hivernale s'inscrit aujourd'hui en France dans un nouveau contexte de définition des objectifs de qualité . Dans ce cadre, les considérations d'ordre économique, technique et écologique obligent à réduire l'emploi des fondants au juste nécessaire. Cet objectif nécessite une parfaite maîtrise de la chaîne du sel, de sa production à son utilisation.

La norme française de spécification NF P 98-180 - SERVICE HIVERNAL - CHLORURE DE SODIUM UTILISE COMME FONDANT ROUTIER, constitue l'un de ces maillons. Ces spécifications permettent une approche fonctionnelle du produit.

LES SELS ROUTIERS ORIGINES ET CARACTERISTIQUES

Par son prix, sa disponibilité en grande quantité et son efficacité, le chlorure de sodium (NaCl) est le fondant le plus utilisé actuellement en France. (99 % du marché).



Vente des sels de déneigement en France en milliers de tonnes

Les caractéristiques de ce sel, dit de déneigement, varient considérablement en fonction des sources françaises d'approvisionnement :

- le sel de mer est un produit agricole obtenu sur les 9 marais salants du littoral méditerranéen,
- le sel gemme est extrait de la seule mine française exploitée,
- le sel "de potasse" est obtenu par dissolution de sels bruts (sylvinite) de potasse et séparation sélective, sur les divers sites des mines de potasse en Alsace,
- le sel ignigène, destiné principalement à l'industrie, est obtenu par recristallisation de saumure produite par injection d'eau dans les couches de sel.

ANALYSE DES CAUSES DE LA NON QUALITE

Les sels routiers entrent dans une chaîne qui les conduit par plusieurs étapes du producteur à l'utilisateur. L'analyse des causes de non qualité de chaque étape doit permettre d'améliorer cette chaîne.

► Des processus très différents d'élaboration du chlorure de sodium

Les caractéristiques des produits de base sont étroitement liées à leur mode d'extraction et à leur processus d'élaboration. L'absence d'une définition précise par les utilisateurs, de leurs besoins en matière de produits n'a pas été un facteur d'évolution technique dans ce domaine.

Leurs caractéristiques peuvent être très différentes :

- teneur en eau de 0,1 à 8 %
- teneur en chlorure de 85 à 99,9 %
- taille des plus gros grains de 1 à 10 mm

► Des conditions de stockage non optimisées chez le fournisseur

Dans ce processus, les dispositions prises pour assurer le **stockage,** avant commercialisation, ne permettent pas toujours de garantir la constance et la qualité du produit qui est soluble et hygroscopique par nature.

De nombreux stocks chez les fournisseurs ne sont pas abrités, ce qui :

- ne permet pas de maîtriser la teneur en eau du produit,
- entraîne le lessivage des agents antimottants et la formation de croûtes, avec pour conséquences des difficultés d'écoulement dans les trémies et d'épandage sur les chaussées,
- accroît les risques de "prise en gel" ou cristallisation secondaire à basse température.

► Des conditions de transport pas toujours maîtrisées

Les trois types de transport principaux, le camion, le train, la péniche, sont mis en oeuvre, soit par les fournisseurs (produits franco), soit par les utilisateurs. Dans les deux cas, il est fait appel à des fréteurs dans le cadre de marchés ne définissant pas forcément une obligation de qualité.

Bien souvent, il est fait état de pollutions diverses du sel dont l'origine est à attribuer à la propreté initiale des bennes, wagons ou péniches.

Le transport peut être réalisé sans aucune protection aux intempéries ce qui, en présence de précipitations, peut modifier à la fois la teneur en eau initiale du produit et sa granularité.

Lorsque les conditions d'approvisionnement deviennent tendues par suite de situations météorologiques exceptionnelles ou d'une mauvaise évaluation des besoins, la qualité du transport se dégrade, et par voie de conséquence le produit et la qualité du service rendu à l'usager.

► Des conditions de réception mal définies ou inappliquées

L'absence de contrôle organisé est la plus grande faille dans la chaîne du sel. Cela donne l'illusion au fournisseur que le produit répond aux besoins du client, et au client que le produit correspond à celui qu'il a commandé.

► Des conditions de stockage très différentes chez l'utilisateur

Le produit acquis par chaque département (Direction Départementale de l'Equipement, Service Technique Départemental) est éclaté en autant de petits stocks que de subdivisions et centres d'entretien.

La qualité des plates- formes est très variable, de la "terre battue" avec écoulement libre, au revêtement étanche avec récupération des eaux de ruissellement, en passant par des implantations en zones inondables.

La qualité des protections aux intempéries varie aussi (abris en dur, silos, bâche, air libre...), ce qui peut entraîner une perte importante (5 à 10 %) sur stock à l'air libre.

Un stockage adapté évitera souvent d'avoir à reconcasser les croûtes, blocs..., ou s'en débarrasser de façon "sauvage".

► Des conditions d'épandage étroitement liées à la qualité du sel

L'étalonnage des saleuses fluctue avec la qualité du sel : quand la teneur en eau ou la granularité évolue, le dosage répandu varie. En situation extrême, la

présence de mottes, de croûtes ou matériaux divers peut conduire au blocage de l'extraction ; l'ouverture de la trappe pour débloquer le système entraîne une surconsommation.

Un produit qui n'est pas homogène et constant entraîne une détérioration des qualités de l'épandage (efficacité, homogénéité, coût d'usage) ce qui peut conduire à des problèmes de sécurité routière.

LA STRUCTURE DE LA NORME HOMOLOGUEE DE SPECIFICATION NF P 98-180 DE SEPTEMBRE 1992

Cette norme définit une palette de produits répondant à différentes fonctions liées aux utilisations envisagées (stockage, type de phénomène à traiter, niveaux de service...). Elle a pour objectif d'aider le gestionnaire à tendre vers le zéro défaut.

► La granularité des sels

Trois familles granulaires définies par leur fuseau de spécification :

- les sels fins,
- les sels moyens,
- les sels gros,

permettent de répondre aux préoccupations suivantes :

- efficacité dans le temps,
- efficacité par rapport aux phénomènes à traiter,
- prise en compte de la nature des revêtements (capacité d'interception).

► La teneur en chlorures

Deux classes de pureté :

- classe A > 98 %
- classe B > 88 %

répondent aux considérations suivantes :

- pouvoir fondant (vitesse de mise en fusion et capacité de pénétration de la glace),
- prise en compte de la nature des revêtements (colmatage des BB dr),
- objectifs de qualité (propreté de la signalisation).

► La teneur en eau

Quatre classes de teneur en eau :

- extra-sec < 0.6 %
- sec < 1 %
- semi-humide < 4 %
- humide < 8 %

permettent d'y associer des modalités de stockage.

► Les caractéristiques particulières

- le dosage en antimottant, la teneur en ion hexacyanoferrate $[(Fe(CN)^{6})]_4$, qui dépend de la teneur en eau du sel :
  - . sels extra-secs et secs : 3 mg/kg
  - . sels semi-humides et humides : 10 mg/kg
- le traitement anti-gel éventuel, obtenu par pulvérisation de saumure de chlorure de calcium ou de magnésium,
- la coloration éventuelle à l'aide d'oxydes de fer (dénaturation, fiscalité),
- la teneur en sulfates solubles pour limiter la dégradation des bétons

$$SO_4^{2-} < 5\ \%$$

► Les modalités d'échantillonnage pour effectuer les divers contrôles s'appuient tous sur des normes d'essai

- un contrôle de conformité par tranche de 25 t pour des livraisons inférieures ou égales à 100 t,
- deux contrôles de conformité par tranche de 100 t pour des livraisons supérieures à 100 t.

► Le contenu des rapports d'essai

► Le marquage et l'étiquetage

► Les recommandations pour la manutention, le transport et le stockage

ANALYSE DU BESOIN REGLES DE CHOIX D'UN SEL ROUTIER

Les besoins des utilisateurs dépendent de nombreux paramètres, il est courant d'entendre dire : "que l'Ouest n'est pas l'Est de la France", "que la plaine n'est pas la montagne" ou "que l'autoroute n'est pas la route départementale". Il existe donc une diversité d'utilisations et de besoins qu'il faut définir au préalable.

L'analyse ci-après, est faite pour les trois critères d'usage suivants :

- efficacité,
- tenue sur les surfaces de roulement,
- aptitude au stockage, destockage, manutention.

► Efficacité

L'efficacité d'un sel routier dépend principalement de sa granularité et de sa pureté, ici, de sa teneur en chlorure de sodium. Elle dépend également des modalités d'épandage, en grains ou en bouillie.

Ce critère d'efficacité se décline en fonction de deux paramètres principaux :

- le respect des objectifs de qualité Ni ; plus ceux-ci sont élevés, plus les exigences d'efficacité seront importantes,

- le type de phénomènes à combattre, neige ou verglas, est ici déterminant ; son occurence est liée à la topo-climatologie. Diverses cartes climatiques permettent d'apprécier ces facteurs (hauteur de neige, carte des Hi,...).

		PLAINE		MONTAGNE
Respect des objectifs de qualité	Fréquence NEIGE	20 %	50 %	80 %
	VERGLAS	80 %	50 %	20 %
N1		Sel fin Classe A	Sel moyen Classe A	Sel gros Classe A
N2		Sel moyen Classe A	Sel moyen Classe B	Sel gros Classe B
N3		Sel moyen Classe B	Sel moyen Classe B	Sel gros Classe B

Efficacité : classe granulaire/classe de teneur en chlorure

Cette notion d'efficacité est facilement compréhensible :

- la lutte contre le verglas nécessite une action immédiate, car le phénomène est difficilement appréhendé par l'usager,
- la lutte contre la neige nécessite une action étalée dans le temps d'autant plus que les chutes peuvent être continues et nécessiter plusieurs interventions. Ce phénomène est perçu par l'usager.

La granulométrie joue donc un rôle fondamental sur l'efficacité :

- granularité fine : plus grande surface spécifique = plus de contact avec l'eau solide = pompage plus rapide de l'humidité = passage beaucoup plus rapide en solution = efficacité instantanée, mais aussi dilution plus rapide = une résistance au trafic en préventif,
- granulométrie étalée : passage en solution étalée dans le temps = amorçage plus lent mais plus durable, effet mécanique = meilleure efficacité dans la neige.

► Tenue sur chaussée

La tenue sûr chaussée d'un sel routier dépend principalement de sa granularité.

Ce critère se décline suivant deux paramètres :

- les objectifs de qualité Ni visés : plus ceux-ci sont élevés, meilleure devrait être la tenue du sel sur la chaussée,
- la nature des revêtements de chaussée, qui est généralement liée au type de voirie et à son niveau de service.

	REVETEMENTS				
Objectif de qualité	BB dr	BB tm BB um	BB	ES	Béton de ciment
N1	**fin**/moyen	moyen	moyen	**moyen**/gros	**fin**/moyen
N2	/	**moyen**/gros	moyen	**moyen**/gros	**fin**/moyen
N3	/	**moyen**/gros	moyen	moyen/**gros**	/

Tenue sur chaussée/classe granulaire

Les surfaces routières présentent des sensibilités thermohydriques qui peuvent être très différentes. Leurs macrotextures entraînent des caractéristiques de surface très contrastées :

- de rétention d'eau,
- de captation et maintien du sel routier.

► Aptitude au stockage, destockage, manutention

L'aptitude au stockage puis au destockage et à la manutention d'un sel routier est fondamentale, elle conditionne la qualité globale des interventions.

Ce critère dépend de deux paramètres principaux :

- les modalités de stockage plus ou moins élaborées, qui ont leurs coûts d'usage,
- la fréquence d'utilisation du sel et le temps de rotation du stock qui sont liées à la climatologie routière du lieu.

Modalité de stockage	Temps de rotation du stock	
	< 1 saison hivernale	> 1 saison hivernale
Silo	sec	extra-sec à sec
Abri/bâche	sec à semi-humide	sec à semi-humide humide*
Air libre	semi-humide à humide	

** croûtage et lessivage de la surface du stock s'accompagnant d'une perte de 5 à 10 % par an suivant l'importance et la forme du stock.*

Dans le cas de stockages "stratégiques" ou "de sécurité", ce choix est fondamental.

► Les limites d'une telle analyse

Les limites d'une telle approche sont liées à :

- l'impossibilité de trouver actuellement sur le marché français toutes les combinaisons possibles de produits,
- la nécessité de limiter ses choix à deux produits, trois au maximum, pour en faciliter la gestion,
- la disponibilité géographique des divers produits, compte tenu de la répartition actuelle,

- la proximité des divers centres de production (coût du transport).

AU-DELA DE LA NORME

La norme est insuffisante pour régler l'ensemble des causes de non qualité dans la chaîne du sel. Elle n'est qu'un outil :

- de définition des besoins des gestionnaires aux fournisseurs,
- d'analyse pour l'ensemble des gestionnaires qui cherchent à améliorer la qualité du service hivernal.

COMMENT S'APPROPRIER LA DEMARCHE

- Le réseau des correspondants viabilité hivernale des CETE (Centres d'Etudes Techniques de l'Equipement) peut apporter sa compétence. Son mode de fonctionnement en réseau garantit une réponse à toutes les questions posées (choix d'un fondant, marché, contrôle...).

Vos correspondants :

Luc DURIEZ	Cete Nord-Picardie
Pascale HENNE	Cete de l'Est
Jacques BUSIGNY	Cete de Lyon
Daniel GRAFFOULIERE	Cete Méditerranée
Bernard BOURLAND	Cete du Sud-Ouest
Robert ABADIE	Cete de l'Ouest
Didier GILOPPE	Cete Normandie-Centre

- Les essais et les contrôles peuvent être effectués pour partie par les Laboratoires Départementaux ou en totalité par les Laboratoire Régionaux dans le cadre des procédures normalisées.

La part consacrée par le client aux contrôles dépendra essentiellement du genre de plan d'organisation de la qualité mis en oeuvre par le fournisseur, et défini dans le cadre du marché.

PRINCIPALES REFERENCES

NOTES D'INFORMATION

N° 2 - Utilisation de la bouillie de sel - mai 1984

N° 53 - Je sale moins, je sale mieux - décembre 1989

N° 64 - Verglas mode d'emploi - février 1991

N° 67 - Comportement hivernal de certaines surfaces routières - avril 1991

GUIDES METHODOLOGIQUES ou TECHNIQUES

- Viabilité hivernale - définition des objectifs de qualité (juillet 1992) - Réf. E 9227
- Viabilité hivernale - aide à l'élaboration des DOVH (document provisoire octobre 1992)
- La bouillie de sel (janvier 1991) - Réf. E 9064
- Le stockage des fondants pour la viabilité hivernale (mars 1992) - Réf. E 9163

NOTES D'INFORMATION EDITEES PAR LE S.E.T.R.A.
DANS LA SERIE "CHAUSSEES DEPENDANCES"
depuis Février 1991

N° 63 Résistance des bordures et caniveaux en béton aux effets du gel (Groupe de travail "Dégradations des ouvrages en béton dues aux sels de déverglage") - Février 1991

N° 64 Verglas, mode d'emploi ! (SETRA-CSTR) - Février 1991

N° 65 Normalisation française dans le domaine des granulats (SETRA-CSTR/LCPC) - Mars 1991

N° 66 Déneigement - Techniques de raclage et matériels (CETE de l'Est) - Mars 1991

N° 67 Le comportement hivernal particulier de certaines surfaces routières (LR Nancy/SETRA-CSTR) - Avril 1991

N° 68 L'U.M.P.E.F. - Un prototype né de l'analyse de la valeur (CETE du Sud-Ouest) - Mai 1991

N° 69 Les avis techniques dans le domaine routier (SETRA-CSTR) - Août 1991

N° 70 Enrobés drainants. Le point en 1991 (LR de Blois/SETRA-CSTR) - Octobre 1991

N° 71 Géotextiles certifiés. Prise en compte dans les pièces contractuelles (SETRA-CSTR) - Mars 1992

N° 72 Programme de normalisation dans le domaine enduits superficiels (SETRA-CSTR/LR Autun) - Juin 1992

N° 73 Terrassements : norme de classification des matériaux, "nouvelle RTR" (SETRA-CSTR) - Septembre 1992

N° 74 Drainage des chaussées : le guide technique E.D.R.C. (CETE Normandie Centre/SETRA-CSTR) - Octobre 1992

N° 75 Modalités de prise en compte des normes du domaine "chaussées" dans la rédaction des marchés publics (SETRA-CSTR) - Janvier 1993

N° 76 L'uni longitudinal des chaussées (Groupe national "Caractéristiques de surface des chaussées") - Juin 1993

N° 77 Adhérence et texture des revêtements routiers. Méthodes et moyens de mesure (Groupe national "Caractéristiques de surface des chaussées") - Juin 1993

N° 78 Influence de la couche de roulement de la chaussée sur le bruit du trafic routier (Groupe national "Caractéristiques de surface des chaussées") - Juin 1993

N° 79 Techniques de régénération de l'adhérence des revêtements routiers (SETRA-CSTR/LCPC) - Août 1993

N° 80 Agrément des laboratoires routiers préalable à l'accréditation (SETRA-CSTR/LCPC) - Août 1993

Cette note a été rédigée par :

Jean LIVET - ☎ : 83.18.41.24
CETE de l'Est - Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées
71, rue de la Grande Haie - B.P. 8 - 54510 TOMBLAINE

S.E.T.R.A. 46, avenue Aristide Briand - B.P. 100 - 92223 BAGNEUX Cedex - France
☎ (1) 46.11.31.31 - Télécopie (1) 46.11.31.69 - (1) 46.11.34.00

Renseignements techniques : J.J. ROUSSEL - CETE de l'Est - ☎ 87.20.46.34

Bureau de vente : ☎ (1) 46.11.31.55 - (1) 46.11.31.53 - Référence du document : **D 9403**

Classification thématique au catalogue des publications du SETRA : **C13**

Ce document a été édité par le SETRA, il ne pourra être utilisé ou reproduit même partiellement sans son autorisation.

AVERTISSEMENT

Cette série de documents est destinée à fournir une information rapide. La contre-partie de cette rapidité est le risque d'erreur et la non exhaustivité. Ce document ne peut engager la responsabilité ni de son auteur ni de l'administration.

Les sociétés citées le cas échéant dans cette série le sont à titre d'exemple d'application jugé nécessaire à la bonne compréhension du texte et à sa mise en pratique.

ISSN 1152-2844